UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica
MS580/MT808 – 1o. Sem. 2015 – EXAME – 14/07/2015

Q1	
Q2	
Q3	
Q4	
Q5	
$\sum$	

ALUNO	RA

MS580/MT808 – 1o. Sem. 2015 – EXAME – 14/07/2015

INSTRUÇÕES

NÃO É PERMITIDO DESTACAR AS FOLHAS DA PROVA

É PROIBIDO O USO DE CALCULADORAS

SERÃO CONSIDERADAS SOMENTE AS QUESTÕES ESCRITAS DE FORMA CLARA E DEVIDAMENTE JUSTIFICADAS

INFORMAÇÕES ÚTEIS

Definição 1. *A implicação de Gödel e a implicação de Goguen, denotadas respectivamente por* $\rightarrow_M$ *e* $\rightarrow_P$*, são dadas por*

$$a \rightarrow_M b = \begin{cases} 1, & a \leq b, \\ b, & \textit{caso contrário}, \end{cases} \qquad e \quad a \rightarrow_P b = \begin{cases} 1, & a \leq b, \\ b/a, & \textit{caso contrário}, \end{cases}$$

para quaisquer $a, b \in [0,1]$*. Ambas estruturas matemáticas* $([0,1], \vee, \wedge, \triangle_M, \rightarrow_M)$ *e* $([0,1], \vee, \wedge, \triangle_P, \rightarrow_P)$*, em que* $a \triangle_M b = a \wedge b$ *e* $a \triangle_P b = ab$*, são reticulados residuados.*

Definição 2 (Princípio de Extensão de Zadeh)**.** *Seja* $f : U \rightarrow V$ *uma função clássica. A extensão de Zadeh de* f *é a função* $\hat{f} : \mathcal{F}(U) \rightarrow \mathcal{F}(V)$ *que fornece, para qualquer* $A \in \mathcal{F}(U)$*, o conjunto fuzzy* $\hat{f}(A) \in \mathcal{F}(V)$ *cuja função de pertinência é*

$$\hat{f}(A)(v) = \sup_{u : f(u) = v} A(u), \quad \forall v \in V.$$

Questão 1. Considere o número *fuzzy* triangular $A(x;-1,0,1)$. Determine e esboce o número *fuzzy* $B = A \cdot A$, obtido pelo produto de A por ele mesmo. Justifique sua resposta.

Questão 2. Sejam $f : U \to V$ uma função clássica e $A \in \mathcal{F}(U)$ um conjunto *fuzzy*. Mostre que a extensão de Zadeh $\hat{f} : \mathcal{F}(U) \to \mathcal{F}(V)$ satisfaz $f\left([A]^\alpha\right) \subseteq \left[\hat{f}(A)\right]^\alpha$ para todo $\alpha \in [0,1]$.

Questão 3. Resolva, se possível, a equação relacional *fuzzy*

$$\begin{bmatrix} 0.1 & 0.6 \\ 0.8 & 0.9 \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.3 \\ 0.7 & 0.5 \end{bmatrix}, \tag{1}$$

em que "$\circ$" denota a composição max-min. Justifique sua resposta.

Questão 4. Considere a base de regras *fuzzy*

$$\begin{cases} \textbf{SE } x \textbf{ é } A_1 \textbf{ E } y \textbf{ é } A_2, \textbf{ ENTÃO } z \textbf{ é } B_1, \\ \textbf{SE } x \textbf{ é } A_2 \textbf{ E } y \textbf{ é } A_1, \textbf{ ENTÃO } z \textbf{ é } B_2, \end{cases} \tag{2}$$

em que A_1, A_2, B_1 e B_2 são os números *fuzzy* triangulares

$$A_1(t;0,2,5), \quad A_2(t;0,5,6), \quad B_1(z;0,1,2) \quad \text{e} \quad B_2(z;1,2,3). \tag{3}$$

Descreva o método de inferência de Mamdani e esboce o conjunto fuzzy deduzido pela base de regras considerando $x = 1$ e $y = 4$.

Questão 5. Considere a base de regras *fuzzy*

$$\begin{cases} \textbf{SE } x \textbf{ é } A_1 \textbf{ ENTÃO } y = x, \\ \textbf{SE } x \textbf{ é } A_2 \textbf{ ENTÃO } y = 6 - x, \\ \textbf{SE } x \textbf{ é } A_3 \textbf{ ENTÃO } y = x - 8, \end{cases} \tag{4}$$

em que A_1, A_2 e A_3 são os conjuntos *fuzzy* trapezoidais $A_1(x;-1,0,2,4)$, $A_2(x;2,3,7,8)$ e $A_1(x;6,8,10,12)$.

(a) Determine a saída produzida pelo método de inferência de Takagi-Sugeno, baseado no mínimo, considerando os valores de entrada $x = 7$.

(b) Esboce a saída produzida pelo método de inferência de Takagi-Sugeno enfatizando as características da curva obtida.